



АНТИГЕННАЯ И ПРОТЕКТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ АССОЦИИРОВАННОЙ ВИРУСВАКЦИНЫ ПРОТИВ ОСПЫ ОВЕЦ, ОСПЫ КОЗ И ЧУМЫ МЕЛКИХ ЖВАЧНЫХ

А. В. Константинов¹, С. К. Старов², В. И. Диев³, Н. В. Мороз⁴, Е. В. Курненко⁵, Д. К. Басова⁶, А. В. Кононов⁷, К. Ю. Федосеев⁸, В. П. Мельников⁹

¹ Начальник ОБТК, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: konstantinov@arriah.ru

² Заместитель директора, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: starov@arriah.ru

³ Доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: diev@arriah.ru

⁴ Заведующий лабораторией, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: moroz@arriah.ru

⁵ Старший научный сотрудник, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: kurmenkova@arriah.ru

⁶ Старший научный сотрудник, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: basova@arriah.ru

⁷ Заведующий лабораторией, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: kononov@arriah.ru

⁸ Старший научный сотрудник, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: fedoseev@arriah.ru

⁹ Старший научный сотрудник, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: melnikov@arriah.ru

РЕЗЮМЕ

Угроза возникновения оспы овец, оспы коз и чумы мелких жвачных требует разработки новых и усовершенствования существующих ассоциированных вакцин. Их использование позволяет сократить сроки иммунизации скота и снизить финансовые затраты на вакцинацию. Проведенные исследования показали, что ассоциированные, а также моновалентные вирусвакцины против оспы овец, оспы коз и чумы мелких жвачных обладают высокой антигенной активностью. Иммунизация вызывала образование в крови овец и коз высокого уровня вируснейтрализующих антител против каждой из перечисленных инфекций и обеспечивала формирование напряженного иммунитета, что подтверждено результатами контрольного заражения овец вирулентным вирусом оспы овец, штамм «Афганский». В крови овец, иммунизированных вирусвакциной против оспы овец, оспы коз и чумы мелких жвачных, через 14 и 21 сут титры антител против оспы овец ($(4,17 \pm 0,12) - (4,84 \pm 0,31)$) и чумы мелких жвачных ($(5,92 \pm 0,23) - (6,08 \pm 0,23)$) были выше, чем против оспы коз ($(1,99 \pm 0,89) - (3,53 \pm 0,58) \log_2$). При этом титры антител в сыворотке крови животных, иммунизированных моновалентной вирусвакциной против оспы овец, против гомологичного вируса ($(3,62 \pm 0,12) - (4,08 \pm 0,31)$) были выше, чем против оспы коз ($(2,50 \pm 0,50) - (2,25 \pm 0,25) \log_2$). Полученные данные свидетельствуют о возможности использования ассоциированных вакцин для профилактической иммунизации овец и коз против оспы овец, оспы коз и чумы мелких жвачных.

Ключевые слова: оспа овец, оспа коз, чума мелких жвачных, овцы, козы, вируснейтрализующие антитела, вирусвакцина, сыворотка крови, иммунитет.

ВВЕДЕНИЕ

Оспу овец (ОО) и оспу коз (ОК) считают самостоятельными болезнями, возбудители которых находятся в близком антигенном родстве. Однако они обладают видовой специфичностью: вызывают заболевание только у одного вида с образованием на коже папул, пустул и сопровождаются поражением внутренних органов и высокой летальностью, достигающей иногда 100% [2, 9].

С 2010 по 2016 г. заболевание оспой овец и коз неоднократно регистрировалось на территории Российской Федерации, в Приморском и Забайкальском краях. В 2016 г. наличие заболевания отмечено впервые в Ярославской области [10].

Чума мелких жвачных (ЧМЖ) – тяжелая вирусная болезнь, считается одной из наиболее опасных болезней мелкого рогатого скота [8].

Территория Российской Федерации благополучна по ЧМЖ. Однако наличие заболевания в сопредельных странах создает угрозу возникновения инфекции в РФ [3].

За рубежом для профилактики этих заболеваний используют вакцины из штаммов «O240 Кенийский» оспы овец и коз, румынского «RM/65», «Mysore» и «Gargan» оспы коз, а также «Nigeria 75/1» вируса ЧМЖ. В России широко используются штаммы «НИСХИ» и «ВНИИЗЖ» вируса оспы овец, «ВНИИЗЖ 2003» вируса оспы коз, а также «ВНИИЗЖ» вируса чумы мелких жвачных [1, 10].

Для профилактики оспы и чумы мелких жвачных в настоящее время применяют моновалентные вакцины из аттенуированных штаммов [1, 3, 4, 7]. Однако угроза возникновения ОО, ОК и ЧМЖ на одних и тех же

UDC 619:615.371:578.821.21:578.831.2:636.3

ANTIGENIC AND PROTECTIVE PROPERTIES OF ASSOCIATED VIRUS VACCINE AGAINST SHEEP POX, GOAT POX AND PESTE DES PETITS RUMINANTS

A. V. Konstantinov¹, S. K. Starov², V. I. Diev³, N. V. Moroz⁴, E. V. Kurnenkova⁵, D. K. Basova⁶, A. V. Kononov⁷, K. Yu. Fedoseyev⁸, V. P. Melnikov⁹

¹ Head of the DBTC, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: konstantinov@arriah.ru

² Deputy Head, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: starov@arriah.ru

³ Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: diev@arriah.ru

⁴ Head of Laboratory, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: moroz@arriah.ru

⁵ Senior Researcher, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: kurnenkova@arriah.ru

⁶ Senior Researcher, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: basova@arriah.ru

⁷ Head of Laboratory, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: kononov@arriah.ru

⁸ Senior Researcher, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: fedoseyev@arriah.ru

⁹ Senior Researcher, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: melnikov@arriah.ru

SUMMARY

Threat of occurrence of sheep and goat pox and peste des petits ruminants requires development of new vaccines and improvement of available associated ones. Their administration allows for the reduction of vaccination time frames and cost. The study results demonstrated that associated as well as monovalent virus vaccines against sheep pox, goat pox and peste des petits ruminants have good antigenic properties. The vaccination induced high level of virus neutralizing antibodies against each of the above listed diseases and ensured formation of strong immunity that is supported by the results of challenge of sheep with virulent sheep pox virus ("Afghanistan" strain). In 14 and 21 days in blood of sheep immunized with the virus vaccine against sheep pox, goat pox and peste des petits ruminants titres of antibodies against sheep pox virus ($(4.17 \pm 0.12) - (4.84 \pm 0.31)$) and PPR ($(5.92 \pm 0.23) - (6.08 \pm 0.23)$) were higher as compared to goat pox antibody titres ($(1.99 \pm 0.89) - (3.53 \pm 0.58) \log_2$). Herewith, antibody titres in blood sera of animals vaccinated with monovalent vaccine against sheep pox were higher against homologous virus ($(3.62 \pm 0.12) - (4.08 \pm 0.31)$) as compared to goat pox ($(2.50 \pm 0.50) - (2.25 \pm 0.25) \log_2$). The data demonstrate that the associated vaccines may be used for preventive vaccination against sheep pox, goat pox and peste des petits ruminants.

Key words: sheep pox, goat pox, peste des petits ruminants, sheep, goats, virus neutralizing antibodies, virus vaccine, blood serum, immunity.

территориях требует разработки и усовершенствования существующих ассоциированных вакцин, так как их применение позволяет в короткие сроки провести иммунизацию скота, сокращает стрессовую ситуацию у животных и снижает финансовые затраты на проведение прививок.

Исследования, проведенные в этом направлении, свидетельствуют об эффективности ассоциированных вакцин против ОО и ЧМЖ, ОК и ЧМЖ. Так, по данным Chaudhary S. S. и соавт. [6], введение животным изготовленной лиофилизированной вакцины против ОО и ЧМЖ (при вакцинации овец в дозе 10^3 ТЦД₅₀ подкожно в объеме 1,0 см³) сопровождалось образованием в крови высокого уровня антител, определенных в реакции нейтрализации (РН) и иммуноферментном анализе (ИФА). Все животные были предохранены от

заболевания при заражении вирулентным вирусом ОО и ЧМЖ через 30 сут после вакцинации. При этом не установлено интерференции между штаммами, использованными для изготовления вакцины. О разработке ассоциированных вакцин против ОО, ОК и ЧМЖ, ОО и ЧМЖ и ОК и ЧМЖ сообщают также другие исследователи, которые проводили оценку их иммуногенной активности в основном методом определения титра вируснейтрализующих антител к этим возбудителям и контрольного заражения вакцинированных овец вирулентным вирусом оспы [2, 4, 5, 6, 8, 9].

Представленные данные показали наличие положительных результатов в области создания ассоциированных вакцин. Однако требуются дальнейшие исследования в этом направлении для создания новых и усовершенствования существующих препаратов.

Таблица 1

Антигенная и протективная активность при иммунизации овец вирусвакцинами против ОО, ОК и ЧМЖ

Номер группы	Вакцина	Титр антител (\log_2)				Протективная активность	
		к вирусу	после вакцинации		после заражения	Наличие местной реакции	Генерализация
			14 сут	21 сут			
1	ОО, ОК и ЧМЖ	ОО	4,17 ± 0,12	4,84 ± 0,31	4,33 ± 0,31	–	–
		ОК	1,99 ± 0,89	3,53 ± 0,58	3,75 ± 0,35	–	–
		ЧМЖ	5,92 ± 0,23	6,08 ± 0,23	5,33 ± 0,31	–	–
2	ОО и ЧМЖ	ОО	4,00 ± 0,20	4,25 ± 0,41	4,87 ± 0,12	–	–
		ОК	2,47 ± 0,22	2,50 ± 0,21	3,91 ± 0,41	–	–
		ЧМЖ	5,17 ± 0,12	5,83 ± 0,12	5,37 ± 0,12	–	–
3	ОК и ЧМЖ	ОО	1,84 ± 0,11	2,22 ± 0,11	4,12 ± 0,12	–	–
		ОК	2,39 ± 0,31	2,92 ± 0,31	4,37 ± 0,12	–	–
		ЧМЖ	5,50 ± 0,20	6,00 ± 0,20	5,62 ± 0,12	–	–
4	ОО	ОО	3,62 ± 0,12	4,08 ± 0,31	4,16 ± 0,31	–	–
		ОК	2,50 ± 0,50	2,25 ± 0,25	4,37 ± 0,12	–	–
5	ОК	ОО	2,75 ± 0,25	3,75 ± 0,25	3,87 ± 0,12	–	–
		ОК	3,12 ± 0,37	4,17 ± 0,23	4,00 ± 0,25	3/3*	1/3
6	ЧМЖ	ЧМЖ	5,00 ± 0,35	5,75 ± 0,41	5,02 ± 0,18	2/3	1/3
7	Контроль		–	–	–	2/2	2/2

* В числителе – количество овец с положительной реакцией; в знаменателе – количество животных в опыте.

Целью работы было изучение возможности получения ассоциированной вирусвакцины против ОО, ОК и ЧМЖ, ОО и ЧМЖ, ОК и ЧМЖ, а также определение ее антигенных и протективных свойств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для получения ассоциированной вакцины были использованы аттенуированные штаммы «ВНИИЗЖ» вируса ОО, «ВНИИЗЖ 2003» вируса ОК и «ВНИИЗЖ» вируса ЧМЖ. Расплодку каждого из указанных штаммов получали на перевиваемой культуре клеток ЯДК-04, выращенной в клинских матрасах объемом 1,5 дм³. Вируссодержащую суспензию вносили на клеточный монослой, предварительно отмытый от ростовой среды, и после экспозиции в течение 1 ч при (37 ± 0,5) °С добавляли поддерживающую среду, состоящую из 2 частей полусинтетической питательной среды (ПСР) и 1 части питательной среды 199 с добавлением 2% сыворотки КРС. Инфицированную культуру инкубировали при (37 ± 0,5) °С до появления цитопатического действия (ЦПД) вируса на площади не менее 70–80%. Полученный материал замораживали и хранили при температуре –40 °С.

В дальнейшем полученные расплодки каждого штамма размораживали, объединяли, исследовали на стерильность согласно ГОСТ 28085-89, а инфекционную активность определяли заражением культуры клеток ЯДК-04 10-кратными разведениями вирусов. Учет результатов заражения проводили в течение 12 сут по наличию ЦПД в зараженной культуре. Титр вируса определяли по методу Рида и Менча и выражали в Ig ТЦД₅₀/см³.

Для получения ассоциированных вирусвакцин против ОО, ОК и ЧМЖ, ОО и ЧМЖ, а также ОК и ЧМЖ использовали расплодки штаммов с одинаковым титром 7,0 Ig ТЦД₅₀/см³, которые в дальнейшем объединяли в равном соотношении, добавляли стабилизатор, содержащий 5% сахарозы, 1% желатозы и 3% гидролизата лактальбумина (ГЛА), в количестве 20,0% к общему объему полученных смесей, фасовали в пенициллиновые флаконы по 4,0 см³, замораживали при температуре –50 °С и подвергали лиофильному высушиванию. Флаконы заполняли сухим стерильным воздухом, закрывали резиновыми пробками и закатывали металлическими колпачками.

Моновалентные вирусвакцины против указанных возбудителей заболеваний с добавлением стабилизатора фасовали, как указано выше, подвергали лиофильному высушиванию и использовали в дальнейшем для проведения исследований. Изготовленные образцы вирусвакцин хранили при (4,0 ± 0,5) °С.

Для изучения протективных свойств изготовленных вирусвакцин было использовано 36 голов мелкого рогатого скота: 18 овец романовской и 18 коз местной породы 2–3-летнего возраста, не содержащих в крови антител против оспы и чумы мелких жвачных. Животных разделили на 6 групп по 3 овцы и 3 козы в каждой. Дополнительно 2 овцы служили контролем.

При иммунизации животных вакцины разводили ФБР (рН 7,4) и вводили подкожно в области внутренней стороны бедра по 1,0 см³ в дозе 10^{5,0} Ig ТЦД₅₀ согласно схеме вакцинации.

Для определения антигенной активности от всех животных через 14 и 21 сут после вакцинации, а у овец

Таблица 2

Уровень вируснейтрализующих антител в крови коз, иммунизированных вирусвакцинами против ОО, ОК и ЧМЖ

Номер группы	Вакцина	Титр антител (\log_2) после вакцинации		
		к вирусу	14-е сут	21-е сут
1	ОО, ОК и ЧМЖ	ОО	$3,42 \pm 0,80$	$3,53 \pm 0,24$
		ОК	$3,58 \pm 0,30$	$4,84 \pm 0,14$
		ЧМЖ	$5,42 \pm 0,22$	$6,08 \pm 0,03$
2	ОО и ЧМЖ	ОО	$3,25 \pm 0,14$	$3,58 \pm 0,17$
		ОК	$3,55 \pm 0,05$	$3,75 \pm 0,14$
		ЧМЖ	$5,08 \pm 0,08$	$5,75 \pm 0,14$
3	ОК и ЧМЖ	ОО	$3,42 \pm 0,17$	$3,92 \pm 0,08$
		ОК	$4,17 \pm 0,08$	$4,20 \pm 0,15$
		ЧМЖ	$5,25 \pm 0,14$	$6,00 \pm 0,14$
4	ОО	ОО	$3,17 \pm 0,08$	$4,08 \pm 0,31$
		ОК	$3,42 \pm 0,22$	$2,25 \pm 0,25$
5	ОК	ОО	$3,67 \pm 0,08$	$3,75 \pm 0,25$
		ОК	$4,14 \pm 0,15$	$4,17 \pm 0,23$
6	ЧМЖ	ОО	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$
		ОК	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$
		ЧМЖ	$5,33 \pm 0,22$	$6,08 \pm 0,22$

дополнительно через 13 сут после заражения отбирали пробы крови для получения сыворотки, которую исследовали методом 2-кратных разведений на наличие антител в реакции микронейтрализации в культуре клеток ЯДК-04 против 100 ТЦД₅₀ гомо- и гетерологичных вирусов. Титр антител выражали в \log_2 .

Спустя 21 сут после введения вакцины всех вакцинированных и 2 контрольных неиммунных овец заражали вирулентным вирусом ОО, штамм «Афганский», введением 500 ИД₅₀ по 0,5 см³ подкожно в области подхвостовой складки. Учет результатов заражения проводили в течение 13 дней (срок наблюдения) по наличию уплотнений на месте введения суспензии вируса и генерализации процесса с наличием характерных оспенных образований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что иммунизация ассоциированной вирусвакциной против ОО, ОК и ЧМЖ сопровождалась образованием в крови овец высокого уровня вируснейтрализующих антител (табл. 1).

Установлено, что в крови овец, иммунизированных вирусвакциной ОО, ОК и ЧМЖ, через 14 и 21 сут титры антител против оспы овец ($(4,17 \pm 0,12)$ – $(4,84 \pm 0,31)$) и чумы мелких жвачных ($(5,92 \pm 0,23)$ – $(6,08 \pm 0,23)$) были выше, чем против оспы коз ($(1,99 \pm 0,89)$ – $(3,53 \pm 0,58)$ \log_2). При этом титры антител в сыворотке крови животных, иммунизированных моновалентной вирусвакциной ОО, против гомологичного вируса ($(3,62 \pm 0,12)$ – $(4,08 \pm 0,31)$) были выше, чем против оспы коз ($(2,50 \pm 0,50)$ – $(2,25 \pm 0,25)$ \log_2).

При иммунизации овец ассоциированной вирусвакциной против ОО, ОК и ЧМЖ выявлено формирование гуморального иммунитета против ЧМЖ, аналогичного гуморальному иммунитету животных после иммунизации моновалентной вакциной. Титры антител через 14 и 21 сут после вакцинации были высокими и соответствовали $(5,92 \pm 0,23)$ – $(6,08 \pm 0,23)$ и $(5,00 \pm 0,35)$ – $(5,75 \pm 0,41)$ \log_2 .

Контрольное заражение овец вирулентным вирусом оспы, штамм «Афганский», показало, что все животные, иммунизированные ассоциированной вакциной против ОО, ОК и ЧМЖ, а также моновалентной против ОО, были предохранены от заболевания. Физиологическое состояние животных было в норме, тогда как у всех овец, иммунизированных моновалентной вирусвакциной против ОК, в месте инокуляции вирусной суспензии отмечено образование отека размером 2 × 3 см. Одна овца пала на 7-е сут после заражения с признаками генерализации процесса, конъюнктивита, наличием папул на морде, кожных покровах туловища.

У двух из трех овец, иммунизированных моновалентной вакциной против ЧМЖ, при заражении вирулентным вирусом оспы выявлено наличие местной реакции, аналогичной вышеописанной, а одно животное заболело оспой в генерализованной форме.

Овцы контрольной группы заболели оспой в генерализованной форме с образованием поражений по всей поверхности кожи и повышением температуры тела до 41,0 °С.

Формирование гуморального иммунитета при использовании ассоциированной вакцины против ОО и ЧМЖ сопровождалось образованием в крови овец

антител против гомологичных штаммов на высоком уровне. На 14-е и 21-е сут после прививки в крови животных выявлены антитела против ОО в пределах $(4,00 \pm 0,20)$ – $(4,25 \pm 0,41)$, а против ЧМЖ – $(5,17 \pm 0,12)$ – $(5,83 \pm 0,12) \log_2$. Титр антител против ОК был значительно ниже и соответствовал в указанные сроки $(2,47 \pm 0,22)$ и $(2,50 \pm 0,21) \log_2$.

Иммунизация овец и коз ассоциированными и моновалентной вакцинами, содержащими аттенуированный вирус ЧМЖ, сопровождалась образованием высокого уровня вируснейтрализующих антител против вируса ЧМЖ в пределах $(5,00 \pm 0,35)$ – $(6,08 \pm 0,22) \log_2$.

При изучении антигенной активности ассоциированной вирусвакцины против ОК и ЧМЖ на овцах установлено образование антител против ОО и ОК в пределах $(1,84 \pm 0,11)$ – $(2,22 \pm 0,31)$ и $(2,39 \pm 0,31)$ – $(2,92 \pm 0,11) \log_2$, т. е. несколько ниже, чем при иммунизации овец ассоциированной вакциной против ОО и ЧМЖ.

Изучение вируснейтрализующей активности сывороток крови, полученных на 13-е сут после заражения овец, показало наличие практически такого же уровня антител в крови животных, как и на 21-е сут после вакцинации.

Исследование сывороток крови, полученных после иммунизации коз ассоциированной вирусвакциной, показало наличие в них вируснейтрализующих антител против всех штаммов, использованных при изготовлении вакцины (табл. 2).

Уже на 14-е сут титры антител против вирусов ОО и ОК были $(3,42 \pm 0,80)$ и $(3,58 \pm 0,30)$, а через 21 сут – $(3,53 \pm 0,24)$ и $(4,84 \pm 0,14) \log_2$ соответственно. Титры антител против ЧМЖ в эти сроки были $(5,42 \pm 0,22)$ и $(6,08 \pm 0,03) \log_2$.

Аналогичные результаты были получены после иммунизации коз ассоциированной вирусвакциной против ОО и ЧМЖ, ОК и ЧМЖ. Отмечено образование антител против ОО на 14-е сут в пределах $(3,25 \pm 0,14)$ – $(3,42 \pm 0,17)$, на 21-е сут – $(3,58 \pm 0,17)$ – $(3,92 \pm 0,08)$, а против ОК – $(3,55 \pm 0,05)$ – $(4,17 \pm 0,08)$ и $(3,75 \pm 0,14)$ – $(4,20 \pm 0,15) \log_2$.

Проведенные исследования показали, что при иммунизации коз ассоциированными вакцинами против ОО, ОК и ЧМЖ, ОО и ЧМЖ, ОК и ЧМЖ в сыворотке крови выявлен уровень вируснейтрализующих антител, соответствующий уровню антител после вакцинации животных моновалентными препаратами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ассоциированные вирусвакцины против оспы овец, оспы коз и чумы мелких жвачных, а также оспы овец и чумы мелких жвачных, оспы коз и чумы мелких жвачных, как и моновалентные вакцины против указанных инфекций, обладали высокой антигенной активностью.

Иммунизация сопровождалась образованием в крови овец и коз уровня вируснейтрализующих антител, обеспечивающего формирование напряженного иммунитета при заражении овец вирулентным вирусом оспы овец, штамм «Афганский». Полученные данные свидетельствуют о возможности использования ассоциированных вирусвакцин для профилактической иммунизации овец и коз против оспы овец, оспы коз и чумы мелких жвачных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басова Д. К., Диев В. И. Уровень антител в крови вакцинированных против оспы овец и их устойчивость при контрольном заражении // Достижения молодых ученых – в ветеринарную практику. – Владимир, 2000. – С. 57–61.
2. Изучение антигенных и иммуногенных свойств экспериментальной ассоциированной вакцины против оспы овец, оспы коз и чумы мелких жвачных / Н. В. Мороз, В. И. Диев, Е. В. Капускин, М. С. Кукушкина // Тр. Федерального центра охраны здоровья животных: материалы Междунар. конф., посвящ. 50-летию ФГБУ «ВНИИЗЖ». – Владимир, 2008. – Т. 6. – С. 266–272.
3. Мониторинг мировой эпизоотической ситуации по чуме мелких жвачных животных и прогноз ее распространения в 2015–2018 гг. / А. В. Книзе, С. В. Парилов, М. В. Болгова [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2014. – № 4 (24). – С. 15–20.
4. Разработка ассоциированной вакцины против оспы овец и чумы мелких жвачных животных / В. М. Балышев, С. В. Парилов, Ю. Ф. Калантаенко [и др.] // Ветеринария. – 2010. – № 9. – С. 21–24.
5. A bivalent vaccine against goat pox and peste des petits ruminants induced protective immune response in goats / M. Hosamani, S. K. Singh, B. Mondal [et al.] // Vaccine. – 2006. – Vol. 24. – P. 6058–6064.
6. A Vero cell derived combined vaccine against sheep pox and peste des petits ruminants for sheep / S. S. Chaudhary, K. D. Pandey, R. P. Singh [et al.] // Vaccine. – 2009. – Vol. 27. – P. 2548–2553.
7. Estimation of post-vaccination antibody titre against goat pox and determination of protective antibody titre / D. Barman, A. Chatterjee, C. Guha [et al.] // Small Ruminant Research. – 2010. – Vol. 93. – P. 76–78.
8. Global strategy for the control and eradication of PPR / FAO/OIE. – Rome: FAO; Paris: OIE, 2015. – 83 p.
9. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees) / OIE. – Paris, 2017. – URL: <http://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-manual/access-online/>.
10. World Animal Health Information Database (WAHYD) Interface / OIE. – URL: http://www.oie.int/wahis2_public/wahid.php/wahidhome/Home.